［ジャクサス］January 2014
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.054

新春特別対談
オールジャパンで未知へ挑む

奥村直樹 宇宙航空研究開発機構 理事長
×
林 正彦 国立天文台 台長

特集
10年の歩みとこれからの使命

JAXAの10年、そしてこれから

的川泰宣 JAXA名誉教授
樋口清司 JAXA副理事長
山根一眞 ノンフィクション作家『JAXA's』顧問

水循環のメカニズムを解き明かし
水の惑星を守る
GPM主衛星打ち上げ迫る

筑波宇宙センター プラネットキューブで
「GPM」企画展開催

JAXA's No.054

宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

3
新春特別対談
オールジャパンで未知へ挑む
奥村直樹 宇宙航空研究開発機構 理事長
×
林 正彦 国立天文台 台長

6
水循環のメカニズムを解き明かし
水の惑星を守る
GPM主衛星打ち上げ迫る
高薮 縁 東京大学 大気海洋研究所 教授
松本 淳 首都大学東京大学院 地理環境科学域 教授

8
JAXAの10年、
そしてこれから
的川泰宣 JAXA名誉教授
×
樋口清司 JAXA副理事長
×
山根一眞 ノンフィクション作家／『JAXA's』顧問

2003年●失敗からのスタート
2004年●一路、イトカワへ
2005年●復活のフライト
2006年●4基の衛星を軌道に送る
2007年●「かぐや」、月へ
2008年●「きぼう」組み立て始まる
2009年●「きぼう」完成、「こうのとり」運航
2010年●「はやぶさ」地球帰還
2011年●被災地を支える
2012年●地球の水を「しずく」が捉える
2013年●ロケット新時代、始まる

18
JAXA最前線

20
NEWS
筑波宇宙センター プラネットキューブで
全球降水観測計画「GPM」
企画展を開催

表紙：左から陸域観測技術衛星「だいち」、イプシロンロケット、星出彰彦宇宙飛行士（画像：JAXA/NASA）、H-ⅡBロケット、小惑星探査機「はやぶさ」（画像：池下章裕）、実験用航空機「飛翔」

INTRODUCTION

10年前の発足時、JAXAはH-ⅡAロケット6号機の打ち上げ失敗、人工衛星の突然の運用停止、火星探査機の軌道投入断念と大きな事故・失敗を経験しましたが、失敗から多くを学び、乗り越え、挑戦を続けた結果、世界に冠たる技術を獲得することになりました。宇宙航空分野に英知を尽くして取り組んできた集団としての強みを生かしつつ、今までにない価値を社会に提供していくために、新生JAXAの取り組みが始まります。巻頭の新春対談では、奥村理事長と国立天文台の林台長が、宇宙を舞台に両者が挑戦するミッションや今後の望ましいコラボレーションについて語り合っています。続く第2特集では、樋口副理事長、的川名誉教授、ノンフィクション作家の山根氏が登場し、10年間の出来事を振り返りつつ、今後の課題についてざっくばらんに意見交換をしました。よりよい未来を生み出すための私たちの思いを、誌面を通じて受け取っていただければ幸いです。

奥村直樹 宇宙航空研究開発機構 理事長

×

林 正彦 国立天文台 台長

新春特別対談

オールジャパンで未知へ挑む

2010年の小惑星探査機「はやぶさ」の帰還や、2012年の金環日食の観測によって
宇宙に興味を持つ人々が増え、2013年のイプシロンロケットの打ち上げや
若田飛行士の国際宇宙ステーションへの搭乗のみならず
2014年に控えるコマンダーへの赴任などにより、
その裾野はさらに広がった感があります。一方、ビッグバン以降の宇宙開闢の解明は
ヒッグス粒子の確認やアルマ望遠鏡の観測開始に象徴されるように、
人類文化史のフロンティアを築きつつあります。
JAXAと国立天文台が挑むのはいずれも宇宙。
その宇宙への挑戦は日本にとってどういう意味があるのか、
また、両者の今後の望ましいコラボレーションとは何か、奥村理事長と林台長が語り合いました。

司会・構成：山根一眞（ノンフィクション作家、『JAXA's』顧問）

奥村直樹
OKUMURA Naoki
宇宙航空研究開発機構 理事長

林 正彦
HAYASHI Masahiko
国立天文台 台長

宇宙の何が分かったかを「絵」にすることの大切さ

奥村　JAXAと国立天文台がこれまで続けてきた「宇宙」のコラボレーションは数多いですね。

林　国立天文台にとってJAXA宇宙科学研究所はかけがえのないパートナーです。天文学は宇宙から地球に到達する電磁波を見ています。そのうち地上まで到達する電磁波には2種類ありまして、1つが可視光、もう1つが電波です。地球上に大型望遠鏡を作りそれを見ているのが国立天文台です。一方、宇宙科学研究所の天文学は、宇宙へ行かなければ観測できない天文学が中心で、地上には届かないX線や赤外線を宇宙に出て観測する。非常に良い役割分担ができていると思います。しかし、X線望遠鏡も可視光望遠鏡も搭載している太陽観測衛星「ひので」のように、お互いが得意とする分野で緊密な協力を行って大きな成果を挙げたプロジェクトも多く、これからもぜひお願いしたいと思っています。

奥村　さらに緊密な連携をというのは私も同感です。「宇宙」を英語では、有人活動や探査機の領域である「スペース」と、光学や電波望遠鏡で探る天文学の領域である「ユニバース」の2つに区別していますね。しかし、大きな発見、成果を目指そうとするならば両者がそれぞれの領域を超えて、さらに適材適所で連携していくべきです。宇宙では衛星を、地上では高分解能の望遠鏡を、さらに両者の協力で宇宙に打ち上げた天文衛星を駆使する。そのコラボをより進めていきたいと願っています。

林　ぜひ、奥村ビジョンのもとで新しいステージを築いていただきたいです。

奥村　日本はこれまで実に多くの優れた宇宙観測の成果を得てきましたが、一般の方々にその発見が宇宙全体の解明の中でどういう意味があるのかが理解しにくいといわれています。ロケットの打ち上げや宇宙飛行士の活動のように分かりやすく伝えるのが難しいですから。そこで、国立天文台なりJAXAが、今の段階で「宇宙の何が分かっていて、宇宙の何が未知なのか」の絵を定期的に描き、発表してはどうでしょうか。

林　なるほど。JAXAも国立天文台も、毎年、新しい成果をたくさん公開していますので、それを1年ごとにまとめて並べ、昨年に比べて今年の絵はこう違うと発表するのはいいアイデアだと思います。

奥村　毎年の絵を通して見ることで、宇宙の発見史、進化史が見えてくるわけですね。

林　その絵を作るためのJAXAと国立天文台の合同会議ができると、楽しそう。

奥村　私は産業界の出身ですが、「産業界の人間は金儲けのことしか考えてないんじゃないか」と言われることが結構あった（笑）。少なくとも私は研究職でしたので、必ずしもそうではなかったし産業界全てがそうだとは思いません。大事なのは国際的な存在感、競争力です。定期的に宇宙の発見進化史の絵を描き続けることは、日本の天文学でも宇宙科学でも、国際的な競争力を高めていくために役立つのでは。

林　私の前身は「すばる天文台長」ですが、見える「絵」を発表し続けることの大事さは実感していました。なにせ「すばる望遠鏡」は400億円もの税金で建設していますから。そのため、成果を物語る「きれいな絵（天体写真）」をたくさんリリースしてきました。おかげさまで多くの日本の皆さまに「すばる望遠鏡」が日本の誇りだと感じていただけたと思います。

奥村　国立天文台の姿勢には学ぶところが大きいです。具体的にはどんな活動を？

林　「天文情報センター」という組織を立ち上げ各プロジェクトの総予算の1%、およそ1～2億円ですが、それを広報に使っています。日本の科学研究機関の中では充実した広報体制が出来ていると自負しております。

奥村　宇宙への関心が高まったことで、大学での天文学への影響はありましたか？

林　ありました。幸いなことに天文学を教える先生の数が増えているんです。天文学者は私が学生だった30年前に比べて3倍ぐらいに増えていると思います。

奥村　すごいじゃないですか。

林　あと、さらに3倍は増やさないと。

奥村　それはえらいこっちゃ（笑）。これはとてもいいお話をうかがいました。日本は予算や人が少ないとはいえ、小惑星探査機「はやぶさ」のサンプルリターンのように、成功すれば科学や技術を超えて人々を大きく鼓舞することができますし。

林　あれは快挙でしたからね。宇宙では「一番乗り」で得られる科学的成果とともに、国威発揚という面も大きいですね。

奥村　JAXAは基本的には地球周回が活動の中心ですが、今後は「はやぶさ」のようにさらに遠くへ活動領域を広げたいと思っています。そのためにはシナリオが必要です。より遠くへの到達という目的だけではない、こういう科学的成果を目指していくんだというシナリオを常に考え提案していきたい。2014度打ち上げ予定の「はやぶさ2」のミッションは、生命の起源を探ることです。こういう人類共通の課題を意識して貢献していかなくてはと。

　ところで、先生がお勧めする「一番乗り」の対象は？

林　NASAもそうですが、天文台もアストロバイオロジー（宇宙における生物学）に大変興味を持っています。土星の衛星の「タイタン」には、メタンやエタンがあり、地球や生命の起源の謎を解く発見が期待できる大変面白そうな天体です。御存知のようにすでに宇宙先進各国は競争状態に入っていますが。

奥村　タイタン探査のような夢のテーマをどう進めていくか、一般の方とともにシンポジウムを続けて方向を定めていく手もありますね。

林　国立天文台とJAXAとが共同で、大きな枠組みの中で進めていくのは面白い。すぐにでも始めたいですね。

中小企業の高い技術が宇宙への挑戦を支える

奥村　将来宇宙に関する仕事がしたいという子どもたちが増えています。そのためぜひJAXAで働きたいと。しかし、宇宙の仕事は、実に裾野の広い分野が支えています。そのため子どもたちには、宇宙以外のさまざまな知識を身につけ、例えば宇宙に携わるメーカーのエンジニアとして貢献する道もあるんだよ、と話しています。実際、JAXAの活動は、そういうメーカーや多様な分野の中小企業に支えられて成り立っていますから。

林　同感です。近代天文学の開祖であるガリレオは、望遠鏡を発明したんじゃないんです。ガリレオはレンズを組み合わせると望遠鏡というものができるというアイデアを仕入れ、望遠鏡を自作して多くの発見をもたらした。今の時代に置き変えれば、企業が持つ最先端の技術に裏打ちされて、新しい宇宙の挑戦が可能になる。そういう反復によって宇宙分野にとどまらない日本の力になっていくと思います。

奥村　技術の進歩は科学的発見にダイレクトにつながる可能性が大きい時代です。しかし、科学の価値が分かる人と、それを具体化する技術が分かる人、両方がいないといけません。

林　宇宙科学研究所長の常田佐久先生はそういう方です。遠慮せずに企業にモノを言う姿勢を貫かれてきましたが、そのおかげで世界のどこも実現できなかった高性能の太陽観測衛星「ひので」が生まれました。科学者と技術者がお互い何でも言い合える関係を築き、共に最高のものを目指して妥協を許さない。そういう人材がとても大事です。

奥村　宇宙への挑戦は、ものづくり企業も含めたオールジャパンで支えています。しかし、大きな成功、成果でJAXAの名だけが出ることが多い。これは、私としては非常に面はゆい。われわれが出てくるのは表紙の1ページ目かもしれないが、2ページ目からは多くの企業が満載ですから。その方々抜きに成功はなかったことを、これからは必ず伝える努力をしていきたいと思っているんです。

林　企業との連携とともに、大学との連携も大事です。宇宙科学研究所が手がけてきたX線天文学や赤外線天文学では、日本の大学と非常にうまく連携してやってこられました。その宇宙研のありようは実に素晴らしいものがあり、私たちはお手本にしています。「はやぶさ」の成功はその見事な成果の1つでした。

奥村　「はやぶさ」の帰還時、私は内閣府にいましたが、「アウトだろう」と思っていました（笑）。

林　成功を手にするまでには、失敗例が山ほどあったわけですよね。しかし、少しでも失敗があると「ダメだ、税金の無駄遣いだ」と評価してしまうのが日本。それでは日本は先進国と言えない。先端科学は未知の世界を手探りで進めているわけですから失敗の連続なんです。ロケットや人工衛星は予算額が大きいだけに失敗に対して厳しい意見が出てしまうんですが、もう少し理解をしていただきたいなと思いますね。

奥村　失敗は企業でも多く経験をしています。しかし、なかには努力不足などでもたらされる失敗もあるわけです。1つの失敗があったら、その原因をより深く検証し、教訓を得ていくことにも力を注ぐべきだと考えています。

林　私たちも、国立天文台だからといって天文学に閉じこもることなく、失敗検証の共有も含めてJAXAさんと手を携えた幅広い協力を通じて、日本の科学力や企業力の進化に貢献したいと願っています。

奥村　JAXAは発足から10年が過ぎ、11年目を迎えますが、国際宇宙ステーションの建設や運営に象徴されるように米国のNASA、ロシアのロスコスモスなどとの国際協力プロジェクトが増えました。一国では限界がある宇宙へのダイナミックな挑戦を、グローバルなパートナーシップで進めていく世紀が到来していることを実感しています。

林　国立天文台も同じ感慨があります。「すばる望遠鏡」はハワイの地に日本のみで建設しましたが、2013年に開所式を迎えたアンデス高地の電波望遠鏡「アルマ」は、日米欧を中心とする数十カ国の国際共同プロジェクトです。計画が動き出したハワイ・マウナケア山に建造する直径30mという巨大反射望遠鏡「TMT」も、国際協力で実現するための準備を進めています。まさに、宇宙はグローバルで取り組む時代です。

奥村　「日本の宇宙力」がより大きな実力を身につけることで、国際プロジェクトの望ましいパートナーとしての協働が進んでいく。

林　おっしゃる通りです。この10～20年、JAXAも国立天文台も着実な国際協働の実績を積み上げてきましたから、それをさらに大きく飛躍させていく好機と思います。

奥村　国立天文台との連携をさらに深め、斬新で大胆なプロジェクトの提案を行い、広く国民の皆さんに感動していただける「日本の宇宙力」を大きくしていきたいと願っています。その第一歩としてですね、近々国立天文台をお訪ねしたいとな、と。

林　それはもう大歓迎です。

奥村　今日はご足労いただきありがとうございました。

水循環のメカニズムを解き明かし水の惑星を守る
GPM主衛星打ち上げ迫る

主衛星と複数の副衛星を組み合わせ、地球全体の降水を高精度、高頻度に観測する「全球降水観測（GPM）計画」。種子島宇宙センターでの主衛星打ち上げに向け、準備は最終段階に入っています。観測データを利用し、気候変動の予測や異常気象の解明などに取り組む研究者に話を聞きました。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

主衛星と副衛星で全球を観測するGPM計画。JAXAが開発した高精度センサである二周波降水レーダ（DPR）は、複数の人工衛星の観測から降雨量を求める「基準」として使われる

全球の雨の特性を知り防災や温暖化対策に生かす

高薮 縁
TAKAYABU Yukari
東京大学
大気海洋研究所 教授
GPMプロジェクトサイエンティスト

TRMMの降雨レーダが観測した降雨の立体画像の例（濱田篤氏作図/左：地形性降雨、右：スコールライン）。GPM/DPRによる観測では、雪や弱い雨についてもこのような立体降水画像を得ることができ、雨の特徴などがより詳細に分かるようになる

——熱帯降雨観測衛星「TRMM」に搭載された降水レーダは16年にわたって熱帯の雨を観測し、大きな成果を挙げてきました。もうすぐ二周波降水レーダ「DPR」を載せたGPM主衛星が打ち上げになります。先生はこのミッションにどのように期待されていますか？

高薮　全球降水観測（GPM）計画では、GPM主衛星をコアに、いくつもの衛星が世界の雨を観測することになっています。GPM計画の観測範囲は北緯65度から南緯65度にまで及びます。二周波降水レーダは、強い雨を測るのに適したKu帯のレーダと、弱い雨や雪（固体降水）を測ることのできるKa帯のレーダの2つを備えています。世界の雨を高精度で観測できることや、雪を観測できることに大きな意味があります。

——TRMMが観測しているのは熱帯域ですが、今度は中緯度、高緯度の地域の降水も観測できるようになるわけですね。

高薮　そうです。TRMMのデータによって、熱帯で雨が降っているときの鉛直構造を知ることができました。雨の3次元構造を知ることは、レーダでないとできません。DPRが上がることで、これまでデータが無かった地域の降水の3次元構造が分かり、世界各地での降雨の特性が明らかになってくると思います。

雨が降るというのは、大気中の水蒸気が水滴になることです。このとき熱が出ます。これを潜熱加熱と呼んでいるのですが、たくさんの雨が降れば、それだけ大量の熱が発生して大気の大循環に影響を与えます。潜熱加熱を調べることは、TRMMでも大きな目的の1つでした。DPRによって、これが全球にわたって詳しく調べられると、世界の気候全体と降雨の関係もより明らかになってくるのではないでしょうか。そうすると、今後の気候変動の予測なども、より正確になってくると考えられます。

——防災の観点からは。

高薮　GPM計画では、3時間ごとに世界の最新の降水分布を知ることができます。精度の高い雨の情報が高頻度かつグローバルにもたらされるということは、人間生活に関連した応用研究が非常にさかんになることを意味しています。これは非常に大事なことだと思います。

今後は、強い雨は増え、弱い雨が減っていく、場所によっては雨が降らなくなって干ばつが増えてくるという見方があります。どういう気候の場でどういう特性の雨が降るかが明らかになれば、気候が変化したときに、どのような雨が降るかが分かります。DPRのデータはこうした研究になくてはならないものです。また、GPM計画で提供される精度の向上した全球降水マップは、洪水の予測などにも利用できると思います。

——先生はDPRのデータを使って、どんな研究をしたいと考えていますか。

高薮　アジア地域の雨がどういうふうに降るのかを見てみたいですね。今、梅雨の研究もしているのですが、日本というのは、中緯度の雨と熱帯の雨が交差する場所です。夏になると大気の状態が熱帯的になるので、雨の降り方も熱帯的になる。春や秋、冬には中緯度の温帯低気圧の雨が降ります。そういう雨の違いというものが、分かってくると思います。

——最近、日本では集中豪雨が多いですね。

高薮　西日本の集中豪雨はTRMMでも見えるのですが、前線との関係などはもう少し北の方まで見ないと分かりません。それから豪雪などが見えてくることも大事です。日本だけでなく、TRMMで見ることができなかった世界のいろいろな地域での気候と降水の関係についても、比較して調べていくことに興味があります。

DPRのデータによって気候と降水の関係について理解がどんどん進むと、より正確な雨の推定ができますし、将来を予測する気候モデルの性能も良くすることができます。科学的成果が出ることによって、人間生活に直接関わる応用に使われていく。科学研究と応用がうまく回っていくことを期待しています。

アジアモンスーン地域の雨を把握し気候変動予測につなげる

松本 淳
MATSUMOTO Jun
首都大学東京大学院 地理環境科学域 教授
独立行政法人海洋研究開発機構
地球環境変動領域チームリーダー

——先生の研究分野についてうかがいます。

松本　雨を中心としたアジアモンスーン※の変動について研究しています。東南アジアや南アジアでの降雨が、季節や年でどう変化するか、さらにはもっと長期にわたる変動はどうなっているのか、といった研究です。こうした研究には現地でどれくらいの雨が降っているかを知ることが大事ですが、アジアの国々では観測網の密度が必ずしも十分でなく、地上の降雨レーダが無かったり、雨量計のデータの精度に問題があったりします。そのため、1997年に打ち上げられた熱帯降雨観測衛星「TRMM」が宇宙から観測した降雨データも使ってきました。TRMMが陸上だけでなく海上の降雨データを取ることができる点も大いに役立ちます。台風も含め、陸地の降水の原因になる現象の多くは海で起こっていますから、陸地と海の連関性が衛星データでいっぺんに見えるというのは、非常に大きな利点であると思います。

——TRMMのデータからどんなことが分かってきたのでしょうか。

松本　TRMMは現在に至るまで非常に長い期間、観測を行っています。そのため、いろいろな変動の基礎的な情報がかなり得られました。例えば降雨の日変化です。長い期間のデータを分析して、1日の中で降雨量が時間的にどう変化しているかといったことが分かってきました。

——モンスーンの時期と雨の降り方の関係についてはいかがですか。

松本　アジアでは夏には南西の風が吹き、冬には北東の風が吹きます。私たちは特に夏のモンスーンから冬のモンスーンに変わる移行期の現象に着目して研究しています。この時期には、ベトナムなどインドシナ半島ではたくさん雨が降ります。これはアジアモンスーン地域の中で特異な現象なのですが、その範囲が狭いこともあって、今まであまり調べられてこなかったのです。しかし、TRMMのデータでいろいろ調べてみると、モンスーンの風向きなどによって雨が降る地域が変わってくることが、時間変化を含めて分かってきました。

——TRMMの降雨レーダのデータは、雨の研究にとってとても大事なわけですね。

松本　TRMMが世界の熱帯地域の降雨に関して、ほぼ均質なデータを16年も取り続けたというのは大変な快挙だと思います。今後、地球の温暖化によって、降雨が強まるという予測もあります。あと30年くらいたってからTRMMのデータを見直してみると、さらに新しい発見が得られるのではないでしょうか。

——間もなく、JAXAが開発した「DPR」という二周波降雨レーダを乗せたGPM主衛星が打ち上げになります。先生はこの全球降水観測計画「GPM／DPR」にどのように期待されていますか。

松本　研究者としては観測精度が向上することが大きな利点ですね。それから、GPM／DPRによって世界の降水分布をこれまでよりも詳細に、しかもリアルタイムで把握できる点にも期待しています。アジア地域では洪水被害が多発しています。TRMMという1個の衛星では、雨がどう降ったかを災害が起こった後に大まかに解析することしかできませんでした。しかし今後は、リアルタイムに近い状態でより詳細な降雨の情報が得られることで、洪水の予測など防災の面でも役に立つと思っています。アジアにはメコン川をはじめ、複数の国を流れている国際河川がいくつもあります。流域が広いため、上流での雨の降り方が、下流の国の人には分からないといったケースがあります。アジアの国々はこうした情報がGPM／DPRで得られるようになることに大きな期待をかけていると思います。

もう1つは、世界の水資源問題解決への貢献です。GPM／DPRは緯度の高いところのデータも取れますし、固体降水、すなわち降雪も観測することができます。世界の水循環を把握するためにも重要な役割を果たすと思います。

——アジアモンスーン地域の雨の研究は、今後の気候変動研究にどのように役立っていくのでしょうか。

松本　モンスーンが降らせる雨というのは、いわば大気の熱源になっています。ですから、そこでの雨の増減は地球全体の気候に大きく影響すると思います。最近、日本でも熱帯のような雨の降り方が見られるようになりました。これまでアジアで研究してきた蓄積が、今後温暖化する世界の気候予測にも貢献できると考えています。

熱帯降雨観測衛星「TRMM」が観測したインドシナ半島の夏のモンスーン季における3時間雨量の分布。時刻は現地時間。夕方（左）には陸上で、明け方（右）には海上での雨が多くなる。陸上でもメコン川中流域などに例外的に明け方の雨が多い地域もみられる（Takahashi, H.G. et al., 2010, JGR）

タイにおける夏のモンスーン季の雲と降雨。雨足が目で見えるほど強い雨が降ることもあるものの、降雨時間は短く、雨季でも日照はある日が多い

「NASAとJAXAが開発を一緒に行うこと自体がチャレンジングでしたが、小嶋正弘プロジェクトマネージャとそのチームとは非常によい関係で7年間を過ごし、協調しながら仕事をしてきました。開発の途中で日本には大きな地震があり調整が難航したこともありましたが、今は種子島での打ち上げの成功を楽しみにしています」

アート・アザバージン氏
NASAのGPMプロジェクトマネージャ

※モンスーン気候とは、強い季節風に支配される気候で、一般に海から湿った風が吹く夏に雨季となり、風向きが変わる冬に乾季となる。

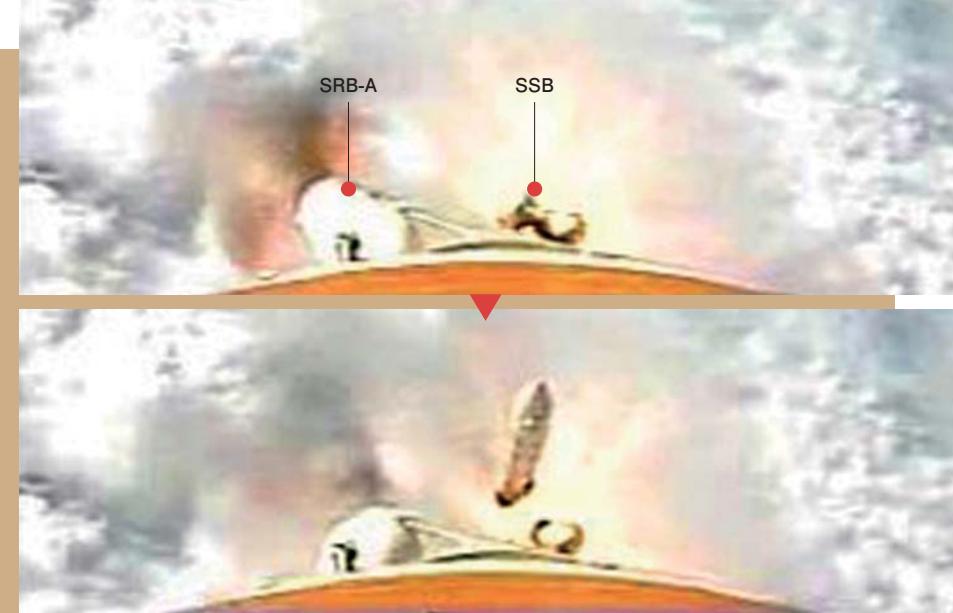
JAXAの10年、そしてこれから

的川泰宣 JAXA名誉教授 × 樋口清司 JAXA副理事長 × 山根一眞 ノンフィクション作家『JAXA's』顧問

3機関統合による創立から10年を経た次の10年に踏み込むJAXA。時には足踏みし時には大股で歩んできた年月を振り返ることは今後の歩みに革新と確信を与えてくれるはずだ。組織の内外からJAXAを見つめてきた3氏による鼎談でその足跡をなぞる。

取材：喜多充成（科学技術ライター）

「はやぶさ」は2004年5月、イオンエンジンによる加速と地球スイングバイを合わせて行う世界初の技術実証に成功し、「イトカワ」へ向かう軌道に入った。画像（上）はスイングバイ後に「はやぶさ」が撮影した地球

上：度重なるトラブルにプロジェクトチームは総力を尽くしたが、2003年12月、「のぞみ」の火星軌道への投入を断念（画像：CG）
下：2003年10月に能代多目的実験場で行われた再使用ロケット実験機の垂直離着陸実験。高度約30mに到達した後、計画通りの地点に着陸

H-IIAロケット6号機の飛翔中の映像。
固体ロケットブースタ（SRB-A）は小型補助ロケット（SSB）分離後も切り離せていなかった

2003 失敗からのスタート

1955年のペンシルロケット発射実験に始まる宇宙科学研究所と、同年に航空技術研究所として発足した航空宇宙技術研究所、さらに69年に設立された宇宙開発事業団の3機関が紆余曲折を経て統合され、2003年10月1日に独立行政法人として発足したのがJAXA・宇宙航空研究開発機構。英文略称のXは、探査・探検を意味するExplorationから。しかし発足から年末までのわずか3カ月のうちに「H-IIAロケット6号機打ち上げ失敗」「みどりII運用停止」「のぞみ運用停止」と困難が続いた。新組織は最悪からの出発となる。

2004 一路、イトカワへ

5月19日、「はやぶさ」は地球スイングバイを成功させ、小惑星イトカワに針路を定める。小惑星到達そのものが大きなハードルであるとの認識から、小惑星探査機ではなく技術実証機と名乗っていた。一方足元では、H-IIAロケット6号機の事故原因究明にとどまらず、進行中の全てのプロジェクトについて徹底的な見直しが行われた。いわゆる「総点検」である。

上：2004年3月から無人飛行船型試験機による「定点滞空飛行試験」を実施し成功。自律制御による機体制御技術の確立や、追跡管制システムの機能・性能を実証できた
下：2004年5月に宮崎県で開かれた「第1回JAXAタウンミーティング」

山根 国民から見て、宇宙の存在感や宇宙への思い入れが段違いに大きくなった10年間でした。しかしその始まりは大変でした。〝文化〟の異なる機関がどう統合していくのか心配でしたよ。

樋口 「もう自前のロケットは不要。技術開発は諦め、ロケットも衛星もアメリカから借りればいい」という議論も起こるほどでした。運用だけを担当するエアラインの立場でいいじゃないか、と。自分たちのやりたいこと、やるべきことがなくなってしまう恐怖心を強く感じていました。

的川 始めのころだからよかったとも言えますね。宇宙研だって「おおすみ」の成功はようやく5回目の打ち上げでした。おかげで組織は大変鍛えられ、打たれ強くなった。

樋口 そうですね。不遜かもしれないけど、「3つの失敗」と真摯に向き合ったことがわれわれを成長させてくれたと思います。当時のNASA長官のゴールディンさんから「JAXAもやっと普通の宇宙機関になったね。これで仲間だ」と言われました。技術導入なら失敗は起きない。自前でやるから失敗も起こり苦労をするわけだから、と。

山根 一方で小惑星探査機「はやぶさ」はJAXA発足の年の5月に打ち上がっています。

的川 その年の「はやぶさ」はまだリアクションホイールが1個故障したくらいで元気だった。ただ6月に火星探査機「のぞみ」の地球スイングバイをやったが調子が悪く、通信途絶のままその年の暮れに停波になる。実は組織統合どころじゃない年でした。

山根 異なる歴史と文化を持つ組織だから、統合の効果に疑問の声もあった。私もそれを心配していた1人ではありますが。

樋口 だからこそ、新組織の名称に「X」を入れたのは大正解だったと思います。ExplorationのXが、統合を象徴する一文字になりましたね。「そんな言葉が組織名に入っているのは世界中で日本だけだ。どうしてそういう思い切ったことができたんだ」と外国の宇宙関係者に聞かれました。

的川 地下鉄の半蔵門線の中で思いついたんですよ（笑）。日本語名称は法律で決まることなので動かせないが、英語名称は多少自由がきいた。山之内さん（初代理事長・山之内秀一郎氏）は語学のできる人で、この言葉で機構の活動を全てカバーできるか最初は心配されてましたけど。

樋口 10年を経てJAXAのロゴマークを見直す議論をしたが、基本は変わらなかった。むしろExploreがさらに前に出てきました。みんなそれを大事にしているし、この遺伝子をつないでいきたいという思いが生まれています。

的川 よかった（笑）。やっぱり心持ちを表せたんでしょうかね。

★

山根 開けて2004年、「はやぶさ」の地球スイングバイがありました。

的川 そのとき撮った地球の写真を、気象予報士の森田正光さんがテレビで紹介してくれました。まだ世の中は「はやぶさって何？」でしたが。

山根 でも、スイングバイぐらいしか明るいニュースが思い出せない。

樋口 記憶に残っているのは事故原因究明ばかり。失敗からどう立ち直るかという年でした。

的川 ただ、今につながる新しい試みも始めています。「JAXAタウンミーティング」の第1回がこの年。土井君（JAXA宇宙飛行士の土井隆雄）の提案で、宮崎で開催しました。うまく軌道に乗り、まもなく150回になります。

樋口 私も3回目ぐらいだったかな、参加して強烈な印象を受けたことがあります。私の報告が終わった途端、「大失敗して、自分の言いたいことだけ言って、一言も謝らないとは何事だ！」と批判された。それで「すみません」とさっそく謝った。「こういうこともあるんだ」と、ある意味新鮮な体験でした。

山根 大都市圏ではない所にも訪ねていますよね。意見交換すると、意外と温かいということも分かるんじゃないですか？

樋口 われわれから情報を出すだけじゃなく、登壇する人間も啓発される。国民の皆さんは何に関心があり、どこに興味があるか。今は役職に関わらず広く職員が出るようにしています。

山根 いろんな役所が「双方向のコミュニケーション」を標榜して実施しますけど、定着したのはJAXAぐらいじゃないですかね。

樋口 コミュニケーションといえば、JAXAi（ジャクサアイ）を作ったのもこの年だったなぁ……。

的川　「JAXA宇宙教育センター」の業務開始が2005年5月なんです。看板の文字は立川敬二理事長（当時）。なかなか味わいのある字で書いてもらえました（笑）。

山根　JAXAは宇宙に出て行くだけではなく宇宙を「語る」機関でもある、ということを象徴するような活動で、素晴らしいことだと思いますね。子どもだけでなく大人や高齢者のニーズも多いでしょうから「教育」の対象も変わっていくのかもしれません。

樋口　講演やタウンミーティングでも熱心なシニアの方が目立ちますからね。

★

山根　9月に小惑星探査機「はやぶさ」の小惑星イトカワ到着で大成果を挙げました。

的川　近傍観測で奇妙なイトカワの姿にびっくりでした。

山根　タッチダウンではトラブルが次々と起こり、夜を徹してジリジリと待つ報道陣に的川先生が状況を逐一解説。記者たちはのめり込みました。「的川スクールだった」という記者もいるくらい。

的川　記者の人たちと一緒に寝袋で寝たなあ（笑）。

山根　当時まだまだ世間の関心は低かったが、帰還に向けて報道が大きくなり、ブームとなる種があのときできていたように思います。

的川　情報公開は心がけました。

樋口　管制室にも入れて見てもらったんですよね。あんなこと、外国ではまずないですから。

★

山根　「はやぶさ」通信途絶で年が暮れたと思ったら、2006年の年明けにはいきなり陸域観測技術衛星「だいち」、赤外線天文衛星「あかり」と2基連続の打ち上げ。これほど立て続けに上げたのは初めてですよね。

樋口　1カ月のうちに2本ですから、忙しかった。正直、全部うまくいくとは思っていなかったが、全勝でホッとしました（笑）。

山根　特に忘れられないのが「だいち」が撮った富士山の画像ですね。衛星観測のパワーを一発で知らせる凄みのある画像でした。驚きました。

樋口　観測開始の直後から、世界で自然災害が相次いだんです。火山、地すべり、地震、台風、高潮、大津波。タンカー座礁による重油流出の緊急観測もありました。地図すらない場所に向かう日本の支援部隊に衛星画像を提供したりして、役立ててもらいましたし、各国機関が緊急観測画像を無償で相互利用する「国際災害チャータ」という枠組みに参加し、たくさんの画像を送りました。中国の四川大地震のときも「一番最初に画像を送ってくれたのは日本だった」と後から感謝されました。

山根　「あの解像度で見えているのか」と警戒されたりは？

樋口　いえいえ（笑）。

山根　いずれにしても東日本大震災後の緊急観測で、運用が終わってしまったのがとても残念。

樋口　国際災害チャータで世界に提供した画像が約1500枚。大震災のときに世界の宇宙機関から提供されたのが5000枚以上。倍返しじゃなくて、3倍返しだったんですね（笑）。技術実証が目的の衛星だったので、すぐに後継機と行かなかったのがつらいところでしたが、「ちゃんと役に立つ」こともしっかり実証できた。

山根　アマゾンに行ったときに、現地の国立大学で講義をしたんです。驚いたのは、大学のロビーにダーッと「だいち」の観測データのパネルを並べて歓迎してくれたんですよ。日本への感謝の気持ちとして。

樋口　ブラジルでは、熱帯雨林の不法伐採の監視に「だいち」のデータを使いました。場所がひと目で分かって、2年間で不法伐採の面積が3分の1に減ったとか。

この10年で劇的に変わったと感じるのは、アジアの国々がJAXAを〝アジアの兄貴〟だと思ってくれるようになったこと。アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）に出席しても、JAXAみたいになりたいとか、JAXAを追いかけたいとか、多くの国がわれわれを目標にしてくれています。JAXAの地球観測衛星などのデータをインターネット上で共有し、自然災害を監視する国際協力プロジェクト「センチネル・アジア」はJAXAが無償で仕組みを作ったんですが、兄貴分として先導しながら宇宙開発にみんなで取り組んでいこうという活動がうまくいった10年でした。新しい10年は、日本だけがリードするのではなく、アジア各国それぞれが主体となり、みんなで盛り立てていく、そういう姿になればいいと思っています。

山根　科学衛星も第一級の成果を出しています。

的川　「あかり」はスペースシャトルで若田君が回収したSFU（宇宙実験・観測フリーフライヤ）に乗せていた赤外線望遠鏡の技術を受け継いだ、単体としては日本初の赤外線天文衛星。「全天カタログ」という貴重な成果を上げました。太陽観測衛星「ひので」は80年代の「ひのとり」に始まり「ようこう」と続いてきた太陽観測の流れを汲む衛星で、この分野ではナンバーワンの衛星です。

山根　太陽活動は気候変動や経済活動にまで関わるものだと知られるようになってきた。その研究の最先端にあるということを、もっと知らせないといけないですね。

樋口　個人的な感想になるけど、小杉先生（「ひので」プロジェクトマネージャ。観測開始直後に急逝）にはもっと生きていてほしかったな……。

的川　とても残念なことでした。M-Vの最後でもありましたしね。

樋口　大型展開アンテナを持つ技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」は、いろんな意味でその後につながっていった衛星です。

山根　加賀友禅の編み技を応用したり、アンテナの精度を出すのに女性のチームが手作業で関わったりと、ものづくりの面でも話題が多かった。

樋口　非常に重い衛星なので補助ロケットを4本使ってパワーを増強したH-ⅡA 204型で打ち上げた。ここでの技術実証が、宇宙ステーション補給機「こうのとり」を打ち上げるH-ⅡBロケット開発の重要なステップにもなっています。また、「きく8号」や、超高速インターネット衛星「きずな」などにも使われて実績を上げた静止衛星バスも、民間の衛星ビジネスにつながっていきました。

2005 復活のフライト

2005年は復活のフライトが連続する、とりわけ大きな節目の年だった。H-ⅡAロケット7号機は6号機の事故を経て最初の打ち上げであり、X線天文衛星「すざく」はM-Vロケット4号機（2000年に打ち上げ失敗）のペイロードだった「ASTRO-E」の捲土重来を期して作られたもの。さらに野口聡一宇宙飛行士が搭乗し7月に打ち上げられたスペースシャトル・ディスカバリー号は03年のコロンビア号事故からの復活フライトだった。10月の小型超音速実験機の実験は02年の失敗を乗り越えての再挑戦だったし、宇宙での光通信を試みた「きらり」も、打ち上げ予定のロケットの開発中止に直面しながらロシアのロケットで打ち上げ機会を得て、ミッションを成功させている。「はやぶさ」のイトカワ到着と近傍観測、タッチダウン後の通信途絶もこの年のこと。

上：宇宙教育センターの業務開始に先立ち、立川理事長（当時／画像右側）が直筆の看板を掲げるセレモニーが相模原キャンパスで行われた
下：2005年10月にオーストラリアのウーメラ実験場で小型超音速実験機の飛行実験に成功

小惑星イトカワ表面に映った「はやぶさ」の影と、イトカワに投下されたターゲットマーカ（丸印の中）

船外活動中の野口聡一宇宙飛行士

2006 4基の衛星を軌道に送る

種子島宇宙センターからは「だいち」（地球観測ミッション）、「きく8号」（通信技術実証）を。内之浦宇宙空間観測所からは「あかり」（赤外線天文）と「ひので」（太陽観測）の4基の衛星を宇宙に送り、それぞれが成果を挙げた。「はやぶさ」の通信途絶からの回復や、イトカワ観測の成果発表も明るいニュースだった。発足当初の事故と、続く総点検の日々を経て、宇宙機関としてあるべき姿を取り戻すことができた年だった。

2006年2月に「だいち」が撮影したパンクロマチック立体視センサによる富士山

上：「あかり」が観測した大マゼラン星雲の遠赤外線画像。非常に活発な星形成活動「スターバースト現象」を捉えた
下：「ひので」の初期観測で捉えた太陽黒点周辺の噴出現象

科学雑誌『サイエンス』に「はやぶさ」の科学観測成果が特集として取り上げられ、計7本の関連論文が掲載された。同誌が日本の惑星探査の特集を組むのは初めて

上:「かぐや」のハイビジョンカメラで撮影した「地球の入り」(画像:JAXA/NHK)
下:JAXAの情報発信基地として、2004年に丸の内オアゾにオープンして以来親しまれてきた「JAXA i」が、2007年8月に総来場者数50万人を突破

2007 「かぐや」、月へ

1960年代に始まったアポロ計画以来といわれる月観測ミッションに臨んだ「かぐや」。15種類のミッション機器を搭載し、磁場、地形、化学組成、プラズマなど詳細な観測を行った。子衛星「おきな」「おうな」を中継しての精密な重力場観測などオリジナリティに富む観測手法に加え、ハイビジョンカメラによる月周回軌道上からの映像、特に「満地球」の画像は世界的な注目を集めた。

上:「船内保管室」に集合したクルー(下段右が土井隆雄宇宙飛行士 画像:JAXA/NASA)
中:「船内実験室」に実験ラックを取り付ける星出彰彦宇宙飛行士(画像:JAXA/NASA)
下:2008年2月に打ち上げた「きずな」は、最大1.2Gbpsの超高速でデータ通信を行うことができ、医療分野や災害速報など幅広い分野での活用が期待されている

2008 「きぼう」組み立て始まる

3月に第1便の「船内保管室」が土井隆雄宇宙飛行士の手で、6月に「船内実験室」とロボットアームが星出彰彦宇宙飛行士の手でISSに取り付けられ実験室としての運用が始まった。以来、24時間体制で筑波宇宙センターから管制が続けられ、軌道上での貴重な知見が蓄積されている。「かぐや」も着実に観測成果を挙げ、世界各国の月観測ブームを先導する役割を果たした。

上左:組み立てが完了した「きぼう」日本実験棟(画像:JAXA/NASA)
上右:ISSに近づく宇宙ステーション補給機「こうのとり」
下:2008年に宇宙飛行士候補者の募集を行い、963名の応募の中から、2009年2月に油井亀美也と大西卓哉の2名を決定し、9月に金井宣茂を追加決定した

2009 「きぼう」完成、「こうのとり」運航

若田光一宇宙飛行士の長期滞在の最後に「船外実験プラットフォーム」が取り付けられ、「きぼう」日本実験棟が完成。9月には宇宙ステーション補給機「こうのとり」のミッションが成功。国際宇宙ステーションへの接近・結合は日本オリジナルの方式で、その後の米国の民間補給機の範となった。また航空自衛隊出身の油井亀美也、民間航空機パイロット出身の大西卓哉、海上自衛隊医官出身の金井宣茂の3名が新たに宇宙飛行士候補者に選ばれた。ISS計画において「日の丸」の存在感が重みを増した年だった。先立つ6月には観測ミッションを終えた「かぐや」が月面に落下。観測データを利用した極めて精密な制御落下の運用に成功している。

山根　月周回衛星「かぐや」の功績は大きかった。月のハイビジョン映像で国民の関心をグッと引き寄せました。的川先生が長年言ってきた「宇宙は科学と文化を結びつける」が、形になり始めた感じがしています。

的川　カメラで見たクレーターが素晴らしかったし、3D画像もよかった。

樋口　あるシンポジウムで、月面のハイビジョン映像に合わせて歌手の方に歌ってもらったことがありましたよね。非常に面白かったし、センスをほめられました。

的川　外国でも受けが良くて、ローズボウル(大学フットボール決勝)の会場でも上映されたことがあります。

山根　いろんな音楽と組み合わせられた映像がYouTubeでも見られます。私は「ふるさと」が好きですけどね。

的川　もちろん科学観測の成果も大きくて、地形カメラやレーザー高度計で詳細な全球地図ができた。

樋口　もし月面基地を作るとしたら、やっぱり「かぐや」のデータが基礎になるはずです。

的川　人類共通の貴重な財産ですし、各国の月探査ラッシュに先鞭をつけたという意義も大きかったと思います。

山根　「おきな」「おうな」という子衛星のネーミングも秀逸でしたね。なぜ祖父母が〝子〟衛星なのかという疑問は置いて(笑)。

的川　鹿児島名産の「ぽんかん」「たんかん」という案もあった(笑)。これらのおかげで月の裏側をしっかり観測できたし、非常にオリジナリティあふれるミッションになりました。「おきな」は「かぐや」の前に月面に落下して運用停止していますが、「おうな」は運用停止後もまだ周回している。やっぱり女性のほうが長生きだ(笑)。

★

山根　「きぼう」日本実験棟の完成と、宇宙ステーション補給機「こうのとり」のスタートで、日本の有人宇宙活動が新たなフェーズに入りました。

樋口　最初は「日本に作れるのか?」と疑問符つきで見られていました。でも完成してみればJEM(ジェム、「きぼう」の開発名)も、「日本製だけあって非常にきれいだ」と宇宙関係者や宇宙飛行士にも評判です。故障が少ないのはしっかりとデータにも出ている。本当に何の問題もなく運用できていて、結果的に部品の交換が少なくて済んでいるとか、コスト的にも貢献している。おまけに静粛。歌手のサラ・ブライトマンさん(宇宙旅行者として訓練中)が表敬で来てくれたときにその話をしたら、「いいこと聞いた! じゃ、できるだけJEMで歌うようにするわ!」と言ってくれました。

山根　それは楽しみ。

樋口　そもそもJEMは箱庭的というか四畳半文化というか、「オールインワン」のモジュールなんです。船内実験室も船外実験プラットフォームも、ロボットアームやエアロックまで付いている。いわばミニ宇宙ステーションなんですね。米国の設計だと、モジュールはモジュール、トラスはトラスと、どんどん大きい物を作る。僕はいつも技術は文化だって言うんだけど、そういう意味で日本の美意識や価値観の反映かもしれませんね。

山根　高機能かつコンパクトにする日本の宇宙技術が高く評価されているわけですね。独立して飛べる?

樋口　検討したこともありますよ。「きく8号」の衛星バスで電力と推進力を確保し、エアコンとトイレの機能は専用の「こうのとり」をくっつければ、極端な話、単独の宇宙ステーションとして浮いていられます。こうした検討も含め、有人モジュールの開発と運用を通して得られたものはとても大きいです。もちろん生易しいことではなかったのですが。

山根　「こうのとり」の成功もJEMの延長線上にあるんでしょうね。

樋口　これもオールインワンの思想ですね。船内物資を運ぶ与圧部と船外物資を運ぶ非与圧部があって、近傍通信システムを使って国際宇宙ステーション(ISS)に安全に近づくことができる。スペースシャトルが退役した今、大型の実験装置を運べるのは「こうのとり」だけですし。

山根　「こうのとり」が初めてドッキングするときに僕はロシアにいたんですけど、後で星出さんに聞いたところ、NASAであれほどの人が管制室でドッキングを見守ったことはない、とのことでした。JEMと「こうのとり」の成功で日本に対する見方が変わったんでしょうね。

★

山根　宇宙飛行士については、若田さんの存在感がものすごく大きいと思う。ISS計画のリーダーの1人を、組織としても育ててきたという思いはありますか?

樋口　彼だけではないし、彼のためにだけでもないのですが、彼ら宇宙飛行士が高い能力を身につけられるよう、組織として最大限のことをやってきました。もともと素質のある人たちだしキャラクターも素晴らしい。現場に入れば勤勉で信頼されていますし、そもそも選んだ人全てがちゃんと飛んでいる国は日本ぐらいなんですよ。

山根　的川先生、こういう活動に触れることで、若いエンジニアが育った、という実感はどうでしょう? 私は現場を訪ねてすごくそれを感じます。

的川　感じますね。さらに言えば「参加してよかった。ためになった」というだけでなく、その次にどうつなげていくか、使っていくかという考え方を持ってほしいと思います。

樋口　国際宇宙ステーション計画でも重要なパートナーとなることはできたが、では次を企画しようとするときに、経験は足りているのかというと……。

的川　〝学ぶ〟というより〝拓く〟ほうが重要になってきます。

樋口　これから10年の大きなテーマの1つだと思っています。

的川　2020年でISSが寂しく終焉にならないでほしい。オリンピックもあるし、宇宙活動を通じて2020年の先を目指すっていう、そういう流れを工夫して作るといいと思うんですよね。

山根　じゃあそのときまでにISSの中で、これからの宇宙開発をどうするかの会議をやりましょう。(笑)

JAXAの10年 そして、これから

山根　10年を区切ったとき、やはり小惑星探査機「はやぶさ」は最大の出来事だったと思います。

樋口　宇宙に対する国民の見方が大きく変わりましたね。それまで考えられなかったほど幅広い層からの応援を実感しました。

的川　芽はあったと思います。火星探査機「のぞみ」で名前募集のキャンペーンをやったとき28万人も集まったのにびっくりしましたが、あのとき寄せられたメッセージには、自分も宇宙開発に参加しているんだという気持ちが込められていました。

山根　それが「はやぶさ」で88万人。

的川　みんなのお金を使っているんだから一緒にやろうよというこちらの気持ちは、ちゃんと伝わるんだと思いましたね。

山根　小型ソーラー電力セイル実証機「イカロス」は「はやぶさ」の弟として可愛がられたし、金星探査機「あかつき」がうまくいかなかったときも、国民の声は「必ず再挑戦で成功すると信じています。ガンバレ!」ですから。一緒に参加しているから、もう「自分のプロジェクト」なんですね。

樋口　初めて見に行った試合がとても面白くて、よしまた行って応援するぞ、となってるんですね、きっと。サッカーでいうところの「12番目の選手」になってくれた。自分たちもJAXAの一員だと思ってくれているお子さんたちが増えたのは、本当に嬉しいことですね。学校の先生や親御さんなど宇宙を応援してくれている1人1人の努力の賜物だと思っています。

的川　アポロ計画のアメリカ人はそうだったんですね。そのNASAを嫉妬させ本気にさせる成果を小惑星探査やソーラーセイルで挙げた。JAXAが「はやぶさ2」を打ち上げた後、2016年にNASAが「オシリス・レックス」という小惑星探査機を打ち上げる予定です。明らかに「はやぶさ」が帰って来たから、その嫉妬心からですよ(笑)。

山根　ある意味で怖いところもあります。チャレンジする限り、勝ち続けられるとは限らない。負けたときも、サポーターはついて来てくれるのか。

樋口　心がけてきたのは、「うそをつかない」ことです。トラブルや失敗もあったけど、情報をきちんと出して「JAXAは本当のことを言う機関」だと思ってもらえるかどうかが勝負と思ってやってきました。「そんな細かい情報まで?」というくらい情報を出し、ミスリードするようなことは絶対にやらない。これはある種の品格でもあると思っています。初期の失敗後の対応を組織をあげてやったことが、宇宙ブームの支援に結びついていると信じたいですね。

山根　「はやぶさ」のプロジェクトに象徴されるように、お金が無いなかで知恵を絞って宇宙に挑む姿が感動を呼ぶんでしょう。

的川　それもあるし、新しい物を開拓して将来につなげていくという筋道が見えていれば、みんな応援してくれるんだと思うんです。

山根　そんな盛り上がりのなか〝事業仕分け〟の一環として、信じられない年末のJAXA・i閉館。

樋口　科学館のような場所にわざわざ出向くのでなく、待ち合わせや乗り継ぎのついでにのぞいて見られる場所だったので、ある新聞記者が〝ぶらり科学技術〟と名付けてくれた。これは大事な視点だと思いましたね。

山根　私の大学の学生がね、宇宙をテーマにしたレポートの課題を出したらJAXA・iに行っちゃって(笑)。ちょっと安易過ぎるなと思ったけど、でも、丁寧に教えてもらって、たくさん資料ももらっていました。

的川　修学旅行で上京した生徒さんたちは、なかなか筑波や相模原には行けないが、JAXA・iは東京駅から歩いて行ける距離。〝ぶらり〟というのはすごくいいスローガンですね。

山根　閉館は残念で寂しくて腹も立ったし、泣いているお子さんもいた。でも、閉館を惜しむ気持ちをたくさんの人と共有できたことも、収穫と言えば収穫。

樋口　議論が生まれたことは良かったかもしれませんね。

★

山根　準天頂衛星初号機「みちびき」も大きな仕事だった。

樋口　夢やチャレンジとは違う、もう1つのJAXAの重要な仕事であるという意思を込めています。それは「国家の礎石となる」ということ。「みちびき」は三角点であり、政治の期待を受けて宇宙に置かれる国家インフラとして、道路や鉄道網を整備するのと同じ意味合いを持つものです。しかもそれを宇宙でやるとすれば、アジア太平洋地域の枠組みで考えていかざるを得ない。

山根　もう科学技術予算の枠組みで収まるものではない?

樋口　私たちからは言いにくいところです(笑)。

山根　たしかに温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」で得られたデータをどう戦略的に活用していくかという話になるとなると、JAXAの仕事の範疇をはるかに超えます。

樋口　法律では「JAXAは政府全体の宇宙事業を技術で支える中核機関」と定義されています。技術を獲得・実証する研究開発のフェーズから、利用・実用にフェーズが移っていくときに、JAXAのマネジメントとしてどう関わっていくのか。そうした仕組み作りも、次の10年の大きな課題だと思っています。

山根　東日本大震災のときの災害対応については?

樋口　できることは総動員で対応しました。「だいち」は被災地を400シーン撮影し、各関係機関に情報を提供し続けました。また、超高速インターネット衛星「きずな」、技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」の通信回線を使って岩手や宮城の避難所にインターネットに接続できる環境を提供し、生活情報の収集からテレビ会議まで使っていただきました。しかし反省もあります。「きずな」「きく8号」は、技術実証が目的である以上、災害に対応できるように作られているかというと中途半端なんです。

山根　役に立つと示すことはできたが、本物の通信インフラとして役立ったとは言えない?

樋口　それが反省事項。これを本物にすることも、次の10年の課題になっていくはずで、JAXAだけでは手に余る大きな仕事です。

2010 「はやぶさ」地球帰還

ツイッターでアップした美しい地球の写真が、世界の注目を集めた野口聡一宇宙飛行士が6月2日に国際宇宙ステーションから無事帰還。続いて13日には「はやぶさ」が〝満身創痍〟の状態で7年ぶりの地球帰還を成し遂げた。帰国報告会には応募が殺到、帰還カプセルの一般公開には長い列ができるなど空前の宇宙ブームとなり、「みちびき」「イカロス」の成功に賞賛が、「あかつき」の軌道投入失敗にも多くの励ましが寄せられるなど、幅広い層から関心が集まった。一方で東京駅に隣接する情報スペース「JAXA i」は年末で閉館。最終日の12月28日には、8月に同じ場所で行われたカプセル展示に劣らぬほど多数の来場者が訪れ閉館を惜しんだ。

上:2015年の金星軌道再投入を目指し運用が続く金星探査機「あかつき」(画像:CG)
下:2010年12月28日「JAXA i」が営業終了。最終日のクロージングイベントには多くの宇宙ファンが集まった

右:オーストラリアのウーメラ砂漠で撮影された「はやぶさ」の大気圏再突入
上:密閉されたクリーンチャンバーでのカプセル開封作業
下:丸の内オアゾで開催されたカプセル展示イベント

2011 被災地を支える

東日本大震災が発生し、24時間体制で続けてきた「きぼう」運用管制は一時的にNASAに移管。衛星検査の設備などにも損傷が生じた。1月で目標の5年運用を達成していた「だいち」は、発災翌日から被害状況把握のため緊急観測を続けたが、400シーンに達したところで衛星に異常が発生、運用停止を余儀なくされた。結果5年間で650万シーンの画像を取得し、大規模災害時には画像提供も内外に行った。「だいち」は地図作成にとどまらず、森林の不法伐採監視など環境分野でも貢献し、幅広いコミュニティに価値が認められた。「きずな」「きく8号」も避難所や自治体に通信回線を提供。無人航空機による監視やガンマ線源を可視化するカメラの開発など、リソースを総動員し災害対応に当たった。古川聡宇宙飛行士もISSから支援と激励のメッセージを送った。

上:「だいち」データを基にした東日本大震災の地殻変動図。全体に干渉縞が混み、大きな地殻変動があったことが分かる
下:岩手県大船渡市の岩手県沿岸広域振興局に設置されたPC(「きずな」回線に接続)

上:2011年1月に打ち上げた宇宙ステーション補給機「こうのとり」2号機は約67日間のミッションを終え3月30日に大気圏へ再突入。2009年に続く成功で高い安全性・信頼性を世界に示した(画像:JAXA/NASA)
下:2011年6月からISS長期滞在を開始した古川聡宇宙飛行士は、遠隔医療システムの機能検証やタンパク質結晶生成実験などの宇宙実験に取り組んだ(画像:JAXA/NASA)

2012年5月に打ち上げた「しずく」が観測した北極海の海氷データを解析した結果、2012年の海氷面積は9月16日に349万平方キロメートルに縮小していたことが分かった
右:1980年代の9月最小時期の平均分布
(米国衛星搭載マイクロ波センサの解析結果)
左:2012年9月16日の「しずく」の高性能マイクロ波放射計・AMSR2の観測

2012 地球の水を「しずく」が捉える

上:先端技術の飛行実証や、搭載機器・装備品の飛行実証などを行う実験用航空機「飛翔」の運用が2012年7月からスタート
下:2012年7月からISS長期滞在を開始した星出彰彦宇宙飛行士は、3回の船外活動や小型衛星放出実験などを行った(画像:JAXA/NASA)

大きなパラボラを回転させて地上をスキャン、微弱なマイクロ波放射をキャッチすることで地球上の水のふるまいを解き明かす第一期水循環変動観測衛星「しずく」が、順調に観測を開始。猛暑の夏に発表された「北極海の海氷面積が観測史上最小」のニュースは大きな話題を呼んだ。「こうのとり」による補給ミッションや宇宙飛行士の長期滞在でISSでの日本の存在感はさらに高まる。星出彰彦宇宙飛行士は、「きぼう」日本実験棟のエアロックとロボットアームを使った超小型衛星の放出という日本ならではのミッションを完遂。当初予定を大幅に上回る3回の船外活動に参加し、ISSの運用に重要な貢献を果たした。

山根 イプシロンロケット打ち上げに向けての国民の熱は、まさに「はやぶさ」ブームの再来でした。

樋口 もはや宇宙マニアだけのものではないですからね。パブリックビューイングなどの様子を見ていると。

的川 小さくても、お金はなくても、新しいことに挑戦し未来を開拓していくのだという道筋が見えれば、みんな応援してくれるのだと思いますね。

山根 小粒でもピリリというのが、すごく受けるんでしょうね。一方で星出さんの国際宇宙ステーション(ISS)長期滞在になると、日本人宇宙飛行士のISSでの活躍も当たり前になりました。でもその分、背後にある努力が見えにくく、ここでの経験が人間が将来もっと遠くへ出て行くときに重要になるということも伝わっていない感じがします。もったいないですね。

樋口 そもそも人間が宇宙で仕事して、健康なまま帰って来られるとは、少し前まではちゃんと分かっていなかったことです。現在もまだ医学データは少ないし、鍛えられた人間だから問題が出ていないだけかもしれない。宇宙空間が人間にとって本当に活動できる空間かどうかは、正直、まだ分からない。「きぼう」日本実験棟だって明日パタッと壊れるかもしれないし、そういうことを心にとめながら24時間・365日運用を続けています。世間からは淡々と変わりなく見えていると思いますが、少なくとも今当たり前と思われていることは、10年前はそうではなかったですね。

的川 力はつきましたよ。本当にこの10年で。

樋口 「ロケットを打っても失敗ばかりじゃないか。ちゃんと使える衛星を作れるのか」と言われていた時代からすれば、ロケット、まともな衛星を作れるようになった。よい技術を作る組織であり、その技術が社会になくてはならないことを示す力がある組織になった。

山根 そこは自信を持って語れる?

樋口 ええ。だからこれからは、培った技術で本当に役立つ仕事ができることを見せなくてはいけない。要求のレベルは上がっています。「練習試合で見せてきた力を、本番でも発揮しろ。予選は突破したから、本大会で頑張れ」ということだと思っていますよ。もちろん従来通り研究開発をやりながら、目前の試合にもしっかり勝つ。求められることの幅が広がっています。

山根 身に余る期待がかかっていますね。JAXA独力ではやりきれない部分も出てくるのでは?

樋口 地図を作ったり、安全保障を考えたり、天気図を描いたり……。何もかもできるはずはないし、いろんな機関との協力の下、やっていくのでしょうね。

的川 そうですね。イプシロンロケットだって、今後ビジネスとして育てるには、もっと設備やマーケティングなど環境整備が必要で、イプシロンロケットのチームやJAXAにだけ頑張れと言っても進まない。もっといえば「戦略」が必要になってきます。この10年でついた力は、あくまでプレーヤーとしての力量であり、もっといい戦略があれば、さらに大きな力を発揮できる……。

2013年9月14日14時、内之浦宇宙空間観測所からイプシロンロケットが打ち上げられた

「きぼう」船内実験室で超小型衛星の放出コマンドを送る若田光一宇宙飛行士(画像:JAXA/NASA)

2013年9月に実施した「超薄膜高高度気球の飛翔性能試験」で、到達高度53.7kmを記録。2002年に実施した際の到達高度53.0kmを超え、世界記録を更新

2013 ロケット新時代、始まる

固体ロケットの聖地・内之浦が沸いた。H-IIAの補助ロケットを第1段に、M-Vの固体モータを上段に使うイプシロンロケットは、JAXA統合の象徴ともいえる存在。8月27日の延期から9月14日の打ち上げまで徹底した総点検を重ね、「皆さんの応援を推進力にして」(森田泰弘プロジェクトマネージャ)飛翔し、惑星分光観測衛星「ひさき」を高精度で軌道に載せた。北海道・大樹町でも、高高度気球が世界記録を更新。日本ならではの素材の強みを生かす、地道な技術開発が生んだ快挙だ。11月には日本人初のISS船長を務めることになる若田光一宇宙飛行士が長期滞在ミッションに入った。

樋口 過去の先輩方がやりたいと思ってきたことは、だいたいやれている。火星にはまだ行けていないけれど、国際宇宙ステーションもやれたし、ロケットも成功するようになったし、観測衛星も開発できる。じゃあ次にどういうチャレンジをするのか、どんな魅力的な計画を打ち出せるのか。そこはまだ足りていない部分だと思っています。なんでそういうことを言うかというと、JAXAへ就職希望する学生たちの中に「プロマネになりたい」と言う人がいて、困っちゃうんです。「相手は誰でもいいから結婚したい」というのと同じですよね(笑)。

的川 それは、単に出世したいと言っているのと同じだね。講演会なんかで小学生によく聞かれるのが、「僕たちはいつ宇宙に行けますか」という質問なの。そうじゃないんだよね。「僕が行けるようにするんだ、絶対に僕が行くんだ」っていう主体的な姿勢が大事なんです。

樋口 「面白いことがやれそうだから仕事を与えてください」ではなく、「社長がどう言おうと、オレはこれがやりたい」と言うのでないと。

山根 どっちが力を出せるかは明らかです。

樋口 もっとも、最初は失敗が続いたから目の前にやるべき仕事はいっぱいあった。JAXAの経営側としても「あれをやれ、これをやれ」と課題を与えるばかりだった。これから変えていかなきゃいけないことだと思っています。

的川 それを変えていくのは、若い人たちの仕事ですね。彼らにこれからの10年がかかっていますから。

樋口清司(左)
HIGUCHI Kiyoshi
JAXA副理事長

的川泰宣(中央)
MATOGAWA Yasunori
JAXA名誉教授
『JAXA's』編集委員長

山根一眞(右)
YAMANE Kazuma
『JAXA's』顧問
ノンフィクション作家
獨協大学特任教授

JAXA最前線

INFORMATION 1

大西卓哉宇宙飛行士 国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在決定

2013年11月28日、大西宇宙飛行士がISS第48次／49次長期滞在搭乗員に決定し、記者会見を行いました。会見では、「任務の重大さ責任の重さを感じている。子どもたちに宇宙を身近に感じてもらえるよう、さまざまな形で伝えていきたい」と抱負を述べました。また、12年8月にISSへの物資輸送を行った「こうのとり」4号機での結合時には、NASAジョンソン宇宙センター管制室で地上交信（CAPCOM）を担当したことを受け、「搭乗する前に地上側で運用現場を目の当たりにし、米国と互角で渡り合っている日本への信用度や、国際的な運用レベルの高さを実感した。これらの経験を生かして今後の訓練に臨んでいきたい」と感想を述べました。現在若田宇宙飛行士が長期滞在中ですが、15年6月ごろから搭乗の油井宇宙飛行士に引き続き、大西宇宙飛行士は16年6月ごろから半年間の長期滞在を予定しています。本誌52号の7ページに大西宇宙飛行士のインタビューについて掲載していますので併せてご覧ください。

JAXAヒューストン事務所から記者会見に臨む大西宇宙飛行士

INFORMATION 2

アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-20）をベトナムで開催

2013年12月3日～6日、ベトナムの首都ハノイで第20回APRSAFが開催されました。この会議は日本が発起し30以上の国と地域から構成され、今回は宇宙開発などの関係者およそ400人が集まりました。会議では、台風や火山の噴火などの災害に備えて各国が人工衛星の観測データを共有し、防災に役立てていくことの重要性を確認。また、国際宇宙ステーションに滞在している若田光一宇宙飛行士のビデオメッセージでは、日本とベトナムが共同開発した超小型衛星「Pico Dragon」（ピコドラゴン）を11月に宇宙空間に放出したことなど、国際協力の取り組みが紹介されました。会場には日本の新型国産ロケット「イプシロン」などを紹介するブースが設けられ、各国の参加者が熱心に説明を聞いていました。

上：JAXA奥村理事長とVASTミン院長との協定式
左：JAXAブースで現地の学生たちに日本の宇宙開発について紹介
右：若田宇宙飛行士が衛星放出を行ったベトナムの超小型衛星「ピコドラゴン」の紹介パネル

INFORMATION 3

御茶ノ水ソラシティで技術研究発表会開催

2013年12月18日、技術研究発表会を御茶ノ水ソラシティで開催しました。「社会課題の解決に貢献する宇宙航空技術」をテーマに、イプシロンロケットに搭載された惑星分光観測衛星「ひさき」の最新の運用状況や、すでに打ち上げられた地球観測衛星が、防災や農業、漁業といった私たちの生活と密接な関係を築いていること、スペースデブリ問題の現状から月惑星へ向けた将来的革新技術など、JAXAの研究活動概要と最新の情報を伝える活発な場となりました。今回、インターネットのライブ配信をご覧になった方も多いかと思いますが、今後も一般向けのプログラムを数多くご用意していきますので、たくさんのご参加をお待ちしております。詳細はJAXAのウェブサイトでお知らせしていきます。

http://fanfun.jaxa.jp/event/

会場でのポスター展示の様子

INFORMATION 4

筑波スペースキャンプ、種子島宇宙センタースペーススクール参加者募集

日本の宇宙開発の中心拠点の1つである筑波宇宙センターにおいて、高校生・高専生（3年生まで）を対象に、「筑波スペースキャンプ2014/TKSC-8」を開催します。「缶サット（350ml缶サイズの模擬人工衛星）」を製作し、本物の人工衛星と同様の試験・観測を行うことで、人工衛星の基礎知識を学びます。また、日本最大のロケット打ち上げ射場である種子島宇宙センターで、「第15回 種子島宇宙センタースペーススクール2014」を開催します。個々の興味や専門知識、そして講義や演習・施設見学を踏まえた上で「近未来の種子島コスモポートをデザインする2013」を課題発表していただきます。それぞれの募集選考方法及び募集期間は異なるため、以下のウェブサイトでご確認下さい。

第15回 種子島宇宙センタースペーススクール2014
■ http://edu.jaxa.jp/news/20131213_1.html

筑波スペースキャンプ2014（TKSC-8）
■ http://edu.jaxa.jp/news/20131213_2.html

歳慈記

2013年11月下旬、「ひさき」のファーストライトに合わせ、メディア向けの説明会を開催しました。打ち上げ前後はどうしてもロケットが主役になるので、初観測画像公開のこの時期に、ミッションの科学的背景について理解を深める場を設けたわけです。大学の研究者も加わったプレゼンは、個人的にも（仕事を忘れて）楽しませてもらいました。太陽からの距離やサイズがそれほど大きくは違わない3つの惑星のうち、なぜ地球だけが生命を育み、金星や火星はそうではなかったのか？ 惑星が進化する上で何がどうなると今がこうなるのか？ 野山に出歩き生き物を探すのが好きだった子供時代のワクワクを思い出すことができました。だって、アストロバイオロジー（宇宙生物学）なんて言葉も、その学問の中身以前に言葉の響きそのものが魅力的だと思いませんか？ 探査機を飛ばして生命の痕跡を探り、惑星や恒星に望遠鏡を向けて生命を育む条件を探す営みも、そこに連なっていくでしょう。「いのちをさがす」は、今後のJAXAの活動の重要な部分を貫くキーワードになってくれないかな、と期待しています。（寺田弘慈）

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.054

発行責任者●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
広報部長　寺田弘慈
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2014年1月1日発行

NEWS

筑波宇宙センタープラネットキューブで 全球降水観測計画「GPM」企画展を開催

筑波宇宙センタープラネットキューブでは、2014年1月から全球降水観測計画「GPM」の企画展を開催します。2014年に種子島宇宙センターから打ち上げ予定のGPM主衛星は、今までにない精度で世界の降水を観測し、水資源の管理や天気予報の精度向上、異常気象の解明に貢献します。企画展では、詳しいミッションの紹介をパネルや模型でご紹介していきます。皆さまのご来場をお待ちしています。

期間／2014年1月7日（火）から
休館日／施設点検日（詳しくはお問い合わせください）
時間／10:00〜17:00
場所／筑波宇宙センター プラネットキューブ（入場無料）
お問い合わせ／茨城県つくば市千現2-1-1 TEL:050-3362-6265
http://fanfun.jaxa.jp/visit/tsukuba/

JAXA Explore to Realize
広報部 〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650 FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/
JAXA's配送サービス http://www.jaxas.jp/